

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. September 2004 (16.09.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/078531 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B60R 21/01

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/001492

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Februar 2004 (17.02.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 09 227.7 3. März 2003 (03.03.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BONITZ, Jochen
[DE/DE]; Chamer Str. 206, 93057 Regensburg (DE).

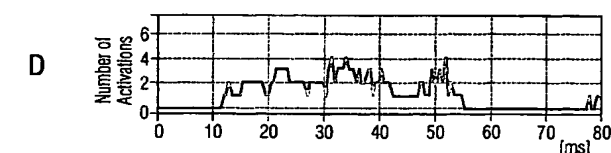
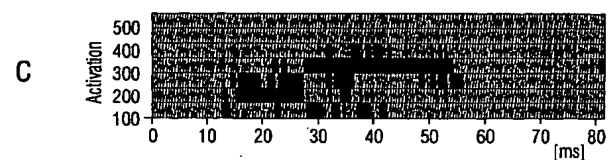
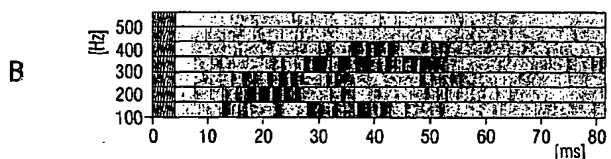
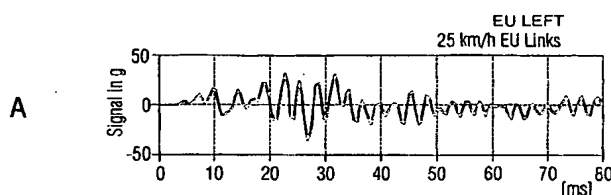
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR RECOGNIZING A COLLISION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERKENNUNG EINES AUFPRALLS



(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device for recognizing a collision, especially a side impact, for passenger protection means in a motor vehicle. The invention describes a method, especially in the case of side impact events, which differentiates between non-trigger situations and must-trigger situations by evaluating the frequency spectrum of the output signal (a) of an acceleration or pressure sensor as comprehensively as possible. The advantages of the invention are: robustness in relation to modifications in the signal amplitudes and the invention requires no previous knowledge of possible resonance frequencies. Another advantage of the invention is that no frequencies of the output signal (a) are blocked or suppressed.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren nebst Vorrichtung zur Erkennung eines Aufpralls, insb. eines Seitenaufpralls, für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug. Die vorliegende Erfindung beschreibt eine Methode, insb. bei Seitenaufprallereignissen, eine Unterscheidung von Nicht-Auslöse-Situationen und Muss-Auslöse-Situationen zu treffen, indem das Frequenzspektrum des Ausgangssignals (a) eines Beschleunigungs- oder Drucksensors möglichst umfassend ausgewertet wird. Die Vorteile der Erfindung liegen zum einen in der Robustheit gegenüber Veränderungen der Signalamplituden. Zum anderen benötigt die Erfindung keine Vorkenntnisse über mögliche Resonanzfrequenzen. Nicht zuletzt ist es eine Stärke der Erfindung, dass keinerlei Frequenzen des Ausgangssignals (a) geblockt oder ausgeblendet werden.

WO 2004/078531 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), curasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung eines Aufpralls

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren nebst Vorrichtung zur Erkennung eines Aufpralls, insb. eines Seitenaufpralls, für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug.

10 In herkömmlichen Algorithmen, insb. zur Seitenairbagauslösung, werden beispielsweise höhere Frequenzanteile des Ausgangssignals (a) eines Beschleunigungs- oder Drucksensors allenfalls nur in geringem Umfang ausgenutzt. Terme wie „Jerk“ oder „delta_a“ betrachten meist ein Integral der Einzeldifferenzen zweier aufeinanderfolgender Abtastwerte. Diese Berechnung liefert einen Anhaltswert dafür, ob höhere Frequenzen in
15 nicht zu vernachlässigender Amplitude vorhanden sind, gibt jedoch keine Auskunft über die tatsächlich vorkommenden Frequenzen oder ihre Verteilung. Zudem sind solche Kriterien stark amplitudenabhängig.

20 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren nebst Vorrichtung zur Erkennung eines Aufpralls, insb. eines Seitenaufpralls, für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug anzugeben.

25 Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen, welche einzeln oder in Kombination miteinander einsetzbar sind, werden in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erkennung eines Aufpralls, insb. eines Seitenaufpralls, für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug, zeichnet sich dadurch aus, dass kontinuierlich ein Signalabschnitt des Ausgangssignal (a) eines
35 Beschleunigungs- oder Drucksensors im Hinblick auf die darin enthaltenen Frequenzen analysiert wird.

Dabei macht die Erfindung von folgenden physikalischen Überlegung zu den Vorgängen, insb. beim Seitenaufprall, gebrauch. Verschiedene Nicht-Auslöse-Situationen, sog. „Misuse“ wie beispielsweise seitlicher Anprall des Fahrzeuges an einen Bordstein, Hammerschlag gegen das Fahrzeug, Türzuschlagen, oder dergleichen mehr, erzeugen zum Teil Ausgangssignale (a) mit Amplituden ähnlich hoch denen von Muss-Auslöse-Situationen. Im Unterschied zu diesen enthalten sie jedoch meist nur ein oder zwei typische Frequenzen, die durch die Fahrzeugkonstruktion bestimmt sind welche da wären Schwingungen des Fahrwerks, Schwingungen im Fahrzeug, Resonanzen der Befestigungsstellen des Sensors, oder ähnliches. Muss-Auslöse-Situationen, insb. für den Seitenairbag, sind dagegen durch die Instrusion, also dem Eindringen eines Objektes in das Fahrzeug und damit durch die Deformation der Seitenstruktur gekennzeichnet. Diese Deformation führt im Ausgangssignal (a) des Beschleunigungs- oder Drucksensors zu einem breiten Spektrum vieler Frequenzen, verursacht durch die Verformung oder das Brechen von Strukturen des Fahrzeugs. Die Verteilung der Frequenzen im Ausgangssignal (a) des Beschleunigungs- oder Drucksensors wird nach der Erfindung nun als ein Erkennungsmerkmal für Muss-Auslöse-Situationen herangezogen.

Dazu wird erfindungsgemäß das im Signalabschnitt enthaltene Frequenzspektrum zunächst in eine geeignete Anzahl Frequenzbänder bzw. -bereiche aufgeteilt. Anschließend wird für jedes Frequenzband die vorhandene Signalenergie ermittelt. Danach wird die partielle Signalenergie mit der gesamten Energie des betrachteten Signalabschnitts ins Verhältnis gesetzt. Schließlich werden die so gewonnenen relativen Aktivierungen der verschiedenen Frequenzbänder mit, ggf. fest, vorgegebenen Schwellwerten (SW) verglichen.

Die Signalenergie des jeweiligen Frequenzbandes lässt sich beispielsweise mit Hilfe der sog. Walsh-Transformation ermitteln, welche mitunter auch als Hadamard-Transformation bezeichnet wird. Dabei werden die Einzelwerte des Signalab-

- schnitts des Ausgangssignals nacheinander mit verschiedenen alternierenden Folgen von „+1“ und „-1“ in der jeweiligen Frequenz eines jeden Frequenzbandes multipliziert und die Resultate aufaddiert. Der Rückgriff auf die Wash-Transformation reduziert in vorteilhafter Weise den Berechnungsaufwand gegenüber herkömmlichen Frequenzanalysen erheblich. Freilich sind auch andere zweckmäßige Transformationen denkbar und mitumfasst.
- 10 Um schnelle Schwankungen in der Auswertung zu vermeiden wird in einer Weiterbildung der Erfindung vorgeschlagen, die relativen Aktivierungen der verschiedenen Frequenzbänder vor dem Vergleich mit den vorgegebenen Schwellwerten (SW) zu glätten.
- 15 Erfindungsgemäß bevorzugt gilt die Anzahl der überschrittenen Schwellwerte (SW) als Maßzahl dafür, ob nur wenige Frequenzen enthalten sind, oder ob der betrachtete Signalabschnitt ein breites Spektrum vieler Frequenzen gleichzeitig enthält.
- 20 Vorzugsweise kann die Maßzahl, ggf. durch Subtraktion mit einem festen oder variablen Faktor, positive wie negative Werte annehmen, beispielsweise von - 3 bis + 4.
- Alternativ oder kumulativ erfährt die Maßzahl eine Wichtung, indem sie beispielsweise mit einem, vorzugsweise frei einstellbaren, Skalierungsfaktor multipliziert wird.
- 25
- Nach der Erfindung fließt die Maßzahl bevorzugt in eine Auslöseschwelle ein, mit welcher ein Auslösekriterium für die Insassenschutzmittel gemeinhin verglichen wird, wobei erst beim Überschreiten der Auslöseschwelle die Freigabe der Insassenschutzmittel erfolgt. Insbesondere wird die Maßzahl nun verwendet, um die Auslöseschwelle für den Airbag empfindlicher (bei hoher Maßzahl) oder unempfindlicher zu machen (bei niedriger Maßzahl).
- 30
- 35

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Erkennung eines Aufpralls, insb. eines Seitenaufpralls, für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug, mit wenigstens einem Mittel, welches kontinuierlich das Ausgangssignal (a) eines Beschleunigungs- oder Drucksensors im Hinblick auf die darin enthaltenen Frequenzen nach dem zuvor beschriebenen Verfahren analysiert.

Soweit die Vorrichtung insb. der Bereitstellung eines Signalabschnittes dienen soll wird vorgeschlagen, einen Puffer fester Länge vorzusehen, in welchem das zu analysierende Ausgangssignal (a) so zwischengespeichert wird, dass die Analyse zum aktuellen Zeitpunkt immer einen Signalabschnitt des Ausgangssignals (a) vom aktuellsten oder einen anderen geeigneten Wert bis zu einem definierten Zeitraum in der Vergangenheit bearbeitet.

Vorzugsweise wird jeder neue Wert in einem Puffer, insb. einem sog. Ringpuffer, fester Länge gespeichert, wobei insb. der jeweils älteste Wert des Ausgangssignals (a) durch den aktuellsten ersetzt wird. Die Analyse verwendet in vorteilhafter Weise den gesamten im Puffer gespeicherten Signalabschnitt.

Schließlich sei erwähnt, dass sich eine Anordnung von Beschleunigungs- bzw. Drucksensoren im oder benachbart eines potentiellen Deformationsbereiche im Kraftfahrzeug bewährt hat, vorzugsweise paarweise auf Höhe einer jeden Sitzreihe.

Die vorliegende Erfindung analysiert das Ausgangssignals (a) eines Beschleunigungs- oder Drucksensors auf Frequenzen innerhalb eines bestimmten interessanten Bereichs bzw. Signalabschnitts. Sie beschreibt eine verbesserte Methode, insb. bei Seitenaufprallereignissen, eine Unterscheidung von Nicht-Auslöse-Situationen und Muss-Auslöse-Situationen zu treffen, indem das Frequenzspektrum des Ausgangssignals (a) möglichst umfassend ausgewertet wird.

Die Vorteile der Erfindung liegen zum einen in der Robustheit gegenüber Veränderungen der Signalamplituden. Zum anderen benötigt die Erfindung keine Vorkenntnisse oder einen entsprechenden Informationsspeicher über mögliche Resonanzfrequenzen. Nicht zuletzt ist es eine Stärke der Erfindung, dass keinerlei Frequenzen des Ausgangssignals (a) geblockt oder ausgeblendet werden.

10 Weitere Vorteile der Erfindung und deren Weiterbildungen werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung näher erläutert.

Darin zeigen schematisch:

15

Fig. 1 den typischen Aufbau eines Insassenschutz-Systems in einem Kraftfahrzeug;

20

Fig. 2 die typischen Abfolgen (Sequenzen) der Wash-Transformation;

Fig. 3 ein erstes Beispiel einer Frequenzanalyse im Fall einer Muss-Auslöse-Situation;

25

Fig. 4 ein zweites Beispiel einer Frequenzanalyse im Fall einer Muss-Auslöse-Situation;

Fig. 5 ein erstes Beispiel einer Frequenzanalyse im Fall einer Nicht-Auslöse-Situation; und

30

Fig. 6 ein zweites Beispiel einer Frequenzanalyse im Fall einer Nicht-Auslöse-Situation.

35

Fig. 1 zeigt den typischen Aufbau eines Insassenschutz-Systems in einem Kraftfahrzeug 1. An einer z.B. möglichst zentralen Stelle im Kraftfahrzeug 1 befindet sich eine Steu-

eranordnung 2. Diese umfasst eine Auswerteeinheit 3 beispielsweise in Gestalt wenigstens eines Mikrocontrollers. In der Steueranordnung 2 oder benachbart zu dieser befindet sich ein Sensorfeld 5, in welchem Sensoren (nicht dargestellt) zur

5 Messung von Beschleunigungen, z.B. einer Beschleunigung g_x entlang einer Empfindlichkeitsachse in x-Richtung bzw. g_y entlang einer Empfindlichkeitsachse in y-Richtung, zweckmäßig angeordnet sind. Die Empfindlichkeitsachsen der Sensoren spannen eine Ebene auf, welche nach Einbau der Steueran-

10 ordnung 2 in einem Kraftfahrzeug 1 im Wesentlichen parallel ist zu einer durch die Fahrzeuglängsachse A-A' und die Fahrzeugquerachse B-B' festgelegten Ebene. Weitere Sensoren 6, insb. zur Erkennung eines Seitenaufpralls, sind zur Messung von seitlichen Beschleunigungen, z.B. einer Beschleunigung g_r von

15 rechts bzw. g_l von links, an dezentraler Stelle seitlich im Kraftfahrzeug 1 angeordnet, vorzugsweise also im oder benachbart eines potentiellen Deformationsbereiches während eines Unfalls, insbesondere an einem geeigneten Ort in oder in der Nähe der Fahrzeugtüren, beispielsweise am Türschweller der

20 Fahrer und Beifahrertür, am Fußpunkt der B- oder C-Säule oder am Radhaus oder dergleichen. Vorzugsweise sind die Sensoren zudem paarweise angeordnet, d.h. jeweils links und rechts im Fahrzeug, insb. benachbart zu einer jeden Sitzreihe. Als Sensoren 6 für den seitlichen Einbau finden typischerweise Beschleunigungssensoren, in jüngerer Zeit zunehmend aber auch

25 Drucksensoren, Verwendung. Die jeweiligen Ausgangssignale (a) der Sensoren werden vom Mikrocontroller 3 abgefragt, welcher anschließend einen Crash-Unterscheidungsalgorithmus ausführt, um zwischen einem tatsächlichen Aufprall, also einer Muss-

30 Auslöse-Situation, und dem normalen dynamischen Fahrzeugverhalten beziehungsweise einer typischen Nicht-Auslöse-Situation zu differenzieren. Der Mikrocontroller 3 führt mittels einem Diagnosesystem auch eine kontinuierliche und/oder zyklische Diagnose des Systems durch, um sicherzustellen,

35 dass es ordnungsgemäß arbeitet und im Falle eines Unfalls zur Verfügung steht. Die im zentralen Sensorfeld 5 angeordneten Sensoren müssen ebenso wie die seitlich angeordneten Sensoren

6 äußerst zuverlässig sein, damit sie dem Mikrocontroller 3 keine falschen Signale (a) schicken, was zu einer unerwünschten Aktivierung der Rückhaltemittel führen könnte. Jede Störung wird daher dem Fahrer z.B. durch eine Airbag-Warnlampe auf der Instrumententafel (nicht dargestellt) mitgeteilt. Wenn die Airbags bei einem Aufprall entfaltet werden müssen, aktiviert der Mikrocontroller 3 einen Zündstromschalter 4, so dass Strom durch die Zündkreise des Zünders für den Fahrer-Front-Airbag 7, des Zünders für den Beifahrer-Front-Airbag 8, des Zünders für den Seiten-Airbag 9, des Zünders für den Gurtstraffer 10, oder dergleichen mehr fließt, womit die Gurtstraffer aktiviert und die Gaserzeugungsreaktion innerhalb der Aufblasmodule ausgelöst sind.

15 Die Erfindung sei im Folgenden am Beispiel der Frequenzanalyse des Ausgangssignals (a) eines seitlich im Fahrzeug angeordneten Beschleunigungssensors 6 näher erläutert. Besagtes Ausgangssignal (a) wird bevorzugt zunächst in einem Puffer 11 zwischengespeichert. Als Puffer 11 bietet sich beispielsweise ein sog. Ringpuffer an. Ein Ringpuffer ist ein Mechanismus, mit dem zwei (oder mehr) Prozesse miteinander Daten austauschen können. Er hat eine frei bestimmbare feste Größe und wird allgemein durch einen Vektor (array) entsprechender Größe gebildet. Während ein Prozess, der Schreiber, solange Daten in den Puffer schreiben darf, bis dieser voll ist, kann ein Leser logischerweise nur lesen, wenn überhaupt Daten im Puffer vorhanden sind. Schreiber und Leser beginnen ihren Zugriff auf den Puffer jeweils an der selben Stelle. Wird das Ende des Puffers erreicht, beginnen sowohl Schreib- als auch Lesevorgang wieder am Anfang des Puffers.

Die erfindungsgemäß bevorzugte Verwendung eines Puffers 11 dient primär der Bereitstellung eines Abschnitts des Signals (a). Mit dem Puffer 11 lassen sich Abtastwerte des zu analysierenden Ausgangssignals (a) so zwischenspeichern, dass zum aktuellen Zeitpunkt immer ein Signalabschnitt des Ausgangssignals (a) vom aktuellsten oder einen anderen geeigneten

Wert bis zu einem definierten Zeitraum in der Vergangenheit auf darin enthaltene Frequenzen analysiert wird.

Die Analyse selbst beginnt zunächst mit der Aufteilung des im
5 Signalabschnitt enthaltenen Frequenzspektrums in eine geeignete Anzahl Frequenzbänder bzw. -bereiche. Umfasst ein jeder Signalabschnitt beispielsweise sechszehn Beschleunigungswerte (entspricht im u.a. Beispiel 8 ms), so sind maximal sechszehn
10 Bänder berechenbar, welche aber nicht alle interessieren müssen, insbesondere wenn das Ausgangssignal (a) zuvor einen Bandpassfilter, z.B. 4. Ordnung, durchläuft, so dass bei typischen Frequenzen größer 600 Hz oder 800 Hz das Signal (a) stark gedämpft vorliegt und eine Analyse auf derart kaum auslenkende Signalbereiche wenig zielführend ist.

15 Anschließend wird für jedes Frequenzband die vorhandene Signalenergie ermittelt. Darunter wird die Energie verstanden, die ein bestimmter Frequenzanteil im Gesamtsignal einnimmt. Die Signalenergie des jeweiligen Frequenzbandes wird vorzugsweise mit Hilfe der sog. Walsh-Transformation ermittelt. Da-
20 bei werden die Einzelwerte des Signalabschnitts des Ausgangssignals nacheinander mit verschiedenen alternierenden Folgen von „+1“ und „-1“ in der jeweiligen Frequenz eines jeden Frequenzbandes multipliziert und die Resultate später aufad-
25 diert.

Fig. 2 zeigt die typischen Abfolgen (Sequenzen) einer Walsh-Transformation. Die Walsh-Transformation ist in Analogie zur
30 Fourier-Transformation aufgebaut, wobei die Rolle der trigonometrischen Funktionen von den Walsh-Funktionen übernommen wird. Walsh-Funktionen sind sehr einfache sog. Treppenfunktionen, also stückweise konstante Funktionen. Sie nehmen nur die zwei Funktionswerte „+1“ und „-1“ an. Diese zwei Funktionswerte entsprechen zwei Zuständen, so dass Walsh-Funktionen
35 besonders einfach in einem Computer, beispielsweise im Mikrocontroller 3, realisiert werden können. Das vollständige orthogonale Walsh-Funktionensystem hat mit den trigonometri-

schen Funktionen viele Eigenschaften gemeinsam. Ebenso wie auf der Basis von Sinus- und Cosinus-Funktionen die endliche Fourier-Analyse und die diskrete Fourier-Transformation entwickelt wurde, gibt es auch für das System der Walsh-Funktionen eine endliche und diskrete Walsh-Transformation.

Diese sog. partielle Signalenergie wird anschließend mit der gesamten Energie des betrachteten Signalabschnitts ins Verhältnis gesetzt. Die Gesamtenergie lässt sich beispielsweise durch Aufsummierung der Beträge der einzelnen Beschleunigungswerte im betrachteten Signalabschnitt beschaffen.

Schließlich werden die so gewonnenen relativen Aktivierungen der verschiedenen Frequenzbänder ggf. geglättet, um einen etwaigen Phasenverzug auszumitteln, und mit vorgegebenen Schwellwerten (SW) verglichen, wobei vorzugsweise für jedes Frequenzband ein eigener Schwellwert (SW) vorgesehen ist.

Die Anzahl der überschrittenen Schwellwerte (SW) gilt nun als Maßzahl dafür, ob wie typischerweise in Nicht-Auslöse-Situationen nur wenige Frequenzen enthalten sind, oder ob der betrachtete Signalabschnitt ein breites Spektrum vieler Frequenzen gleichzeitig enthält, was charakteristisch für eine Muss-Auslöse-Situation ist. Die Verteilung der Frequenzen im Ausgangssignal (a) des Sensors wird nach der Erfindung nun als ein Erkennungsmerkmal für Muss-Auslöse-Situationen herangezogen.

Fig. 3 bis 6 zeigen Beispiele einer Frequenzanalyse im Fall von Muss- und Nicht-Auslöse-Situationen. Die Daten im Puffer 11 wurden vom Mikrocontroller 3 der Steueranordnung 2 eines Kraftfahrzeuges 1 beispielsweise mit einer Abtastrate (sample rate) von $SR = 2 \text{ kHz}$ abgetastet. Die in Fig. 2 gezeigten Abfolgen (Sequences) repräsentieren insoweit Frequenzbänder zwischen 0 Hz (Sequenz 1) und $SR/2 = 1 \text{ kHz}$ (Sequenz 16). Sequenz 3 beispielsweise repräsentiert ein Frequenzband von 133 Hz , Sequenz 6 ein Frequenzband von 333 Hz ; Sequenz 8 ein Fre-

quenzband von 500 Hz und Sequenz 9 ein Frequenzband von 533 Hz. Abgefragt wurden nur für die Analyse zweckmäßige Frequenzbereiche, nämlich sieben Frequenzbänder für die Sequenzen 3 bis 9. Die niedrigeren Bereiche (Sequenz 2 und 1) gaben
5 aufgrund ihrer langsamen Bewegung bzw. fehlenden Oszillation keinen Hinweis auf einen Crash; die hohen Frequenzen waren aufgrund der schon erwähnten Signaldämpfung wenig aussagekräftig.

10 Fig. 3 zeigt ein erstes Beispiel einer Frequenzanalyse im Fall einer Muss-Auslöse-Situation. Fig. 3a zeigt das Beschleunigungssignal g während eines Tests des Typs „25 EU L“, d.h. während des Aufprall einer sog. Europa Barriere gegen
15 die linke Seite eines Kraftfahrzeuges mit 25 km/h. Fig. 3b zeigt als Grautonbild das im Signalabschnitt enthaltene Frequenzspektrum Hz, aufgeteilt auf sieben Frequenzbänder. Das unterste Frequenzband entspricht der Sequenz 3 aus Figur 2, das oberste Frequenzband der Sequenz 9. Je dunkler der Grauwert, desto aktiver, d.h. energiereicher bezogen auf die Gesamtenergie, liegt eine bestimmte Frequenz im Signal vor.
20 Diese sog. relative Aktivierung der verschiedenen Frequenzbänder lässt sich nun mit einem vorgegebenen Schwellwert vergleichen. Fig. 3c zeigt die oberhalb der jeweiligen Schwelle liegenden Werte die sog. Activation; Fig. 3d die aufaddierten
25 Resultate (Number of Activations), welche nach dem Ausführungsbeispiel acht Werte, nämlich von 0 bis +7, annehmen können. Um bei hohen Resultaten bzw. Maßzahlen eine Auslöseschwelle empfindlicher beziehungsweise bei niedriger Maßzahl die Auslöseschwelle unempfindlicher werden zu lassen, mit
30 welcher ein Auslösekriterium für das Insassenschutzmittel gemeinhin verglichen wird, bietet sich an, den Maßzahlbereich nicht nur positive sondern auch negative Werte annehmen zu lassen. Dies erfolgt erfindungsgemäß bevorzugt durch Subtraktion mit einem ggf. festen Faktor, beispielsweise drei, so
35 dass der Wertebereich anschließend von -3 bis +4 reicht; eine niedrige Maßzahl bevorzugt also ein negatives Vorzeichen und eine hohe Maßzahl ein positives Vorzeichen aufweist. Um Aus-

löseschwellen mit drei oder vierstelligen Wortgrößen hinreichend beeinflussen zu können, wird vorgeschlagen, die Maßzahl mit einem vorzugsweise frei einstellbaren, beispielsweise zwei oder dreistelligen, Skalierungsfaktor zu multiplizieren.

5

Fig. 4 zeigt ein zweites Beispiel einer Frequenzanalyse im Fall einer typischen Muss-Auslöse-Situation. Fig. 4a zeigt das Beschleunigungssignal g während eines Tests des Typs „13 Pole L“, d.h. während des linken Aufprall eines Kraftfahrzeuges an einen Pfahl mit 13 km/h. Fig. 4b zeigt das Grautonbild des im Signalabschnitt enthaltene Frequenzspektrum, aufgeteilt auf die Frequenzbänder. Fig. 4c zeigt die oberhalb der jeweiligen Schwelle liegenden Werte; Fig. 4d die aufaddierten Resultate.

15

Fig. 5 zeigt ein erstes Beispiel einer Frequenzanalyse im Fall einer typischen Nicht-Auslöse-Situation. Fig. 5a zeigt das Beschleunigungssignal g während eines Tests des Typs „Rear Wheel Impact R“, d.h. während des Anpralls des hinteren rechten Reifens eines Kraftfahrzeuges beispielsweise an einen Bordstein mit 10 km/h. Fig. 5b zeigt das zugehörige Grautonbild des im Signalabschnitt enthaltene Frequenzspektrum, aufgeteilt auf sieben Frequenzbänder. Fig. 5c zeigt die oberhalb der jeweiligen Schwelle liegenden Werte; Fig. 5d die aufaddierten Resultate.

25

Fig. 6 zeigt ein zweites Beispiel einer Frequenzanalyse im Fall einer typischen Nicht-Auslöse-Situation. Fig. 6a zeigt das Beschleunigungssignal g während eines Tests des Typs „Front Wheel Impact R“, d.h. während des Anprall des vorderen rechten Reifens eines Kraftfahrzeuges beispielsweise an einen Bordstein mit 10 km/h. Fig. 6b zeigt das zugehörige Grautonbild des im Signalabschnitt enthaltene Frequenzspektrum, aufgeteilt auf sieben Frequenzbänder. Fig. 6c zeigt die oberhalb der jeweiligen Schwelle liegenden Werte; Fig. 6d die aufaddierten Resultate.

35

Im Unterschied zu den in Fig. 3 und 4 dargestellten Muss-Auslöse-Situationen enthalten die Nicht-Auslöse-Situationen nach Fig. 5 und 6 meist nur ein oder zwei typische Frequenzen, die durch die Fahrzeugkonstruktion bestimmt sind welche da wären Schwingungen des Fahrwerks, Schwingungen im Fahrzeug, Resonanzen der Befestigungsstellen des Sensors, oder ähnliches. Muss-Auslöse-Situationen, insb. für den Seitenairbag, sind dagegen durch die Intrusion, also dem Eindringen eines Objektes in das Fahrzeug und damit durch die Deformation der Seitenstruktur gekennzeichnet. Diese Deformation führt im Ausgangssignal (a) des Beschleunigungs- oder Drucksensors zu einem breiten Spektrum vieler Frequenzen, verursacht durch die Verformung oder das Brechen von Strukturen des Fahrzeugs.

Die vorliegende Erfindung analysiert das Ausgangssignals (a) eines Beschleunigungs- oder Drucksensors auf Frequenzen innerhalb eines bestimmten interessanten Bereichs bzw. Signalabschnitts. Sie beschreibt eine verbesserte Methode, insb. bei Seitenaufprallereignissen, eine Unterscheidung von Nicht-Auslöse-Situationen und Muss-Auslöse-Situationen zu treffen, indem das Frequenzspektrum des Ausgangssignals (a) möglichst umfassend ausgewertet wird.

Die Vorteile der Erfindung liegen zum einen in der Robustheit gegenüber Veränderungen der Signalamplituden. Zum anderen benötigt die Erfindung keine Vorkenntnisse oder einen entsprechenden Informationsspeicher über mögliche Resonanzfrequenzen. Nicht zuletzt ist es eine Stärke der Erfindung, dass keinerlei Frequenzen des Ausgangssignals (a) geblockt oder ausgeblendet werden.

Die vorliegende Erfindung eignet sich daher insbesondere für Insassenschutzsysteme eines modernen Kraftfahrzeuges.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines Aufpralls, insb. eines
Seitenaufpralls, für Insassenschutzmittel (7,8,9,10) in
5 einem Kraftfahrzeug (1), bei dem kontinuierlich ein Sig-
nalabschnitt des Ausgangssignal (a) eines Beschleuni-
gungs- oder Drucksensors (6) im Hinblick auf die darin
enthaltenen Frequenzen analysiert wird, wobei
 - das im Signalabschnitt enthaltene Frequenzspektrum
10 zunächst in eine geeignete Anzahl Frequenzbänder
aufgeteilt wird;
 - anschließend für jedes Frequenzband die vorhandene
Signalenergie ermittelt wird;
 - danach die partielle Signalenergie mit der gesamten
15 Energie des betrachteten Signalabschnitts ins Ver-
hältnis gesetzt wird; und
 - die so gewonnenen relativen Aktivierungen der ver-
schiedenen Frequenzbänder mit vorgegebenen Schwell-
werten (SW) verglichen werden.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zwecks Ermittlung der
Signalenergie des jeweiligen Frequenzbandes die Einzel-
werte des Signalabschnitts nacheinander mit verschiede-
nen alternierenden Folgen von „+1“ und „-1“ in der je-
25 weiligen Frequenz eines jeden Frequenzbandes multipli-
ziert und die Resultate aufaddiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die relativen
Aktivierungen der verschiedenen Frequenzbänder vor dem
30 Vergleich mit den vorgegebenen Schwellwerten (SW) ge-
glättet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, bei dem die Anzahl der
35 überschrittenen Schwellwerte (SW) als Maßzahl dafür
gilt, ob nur wenige Frequenzen enthalten sind, oder ob
der betrachtete Signalabschnitt ein breites Spektrum
vieler Frequenzen gleichzeitig enthält.

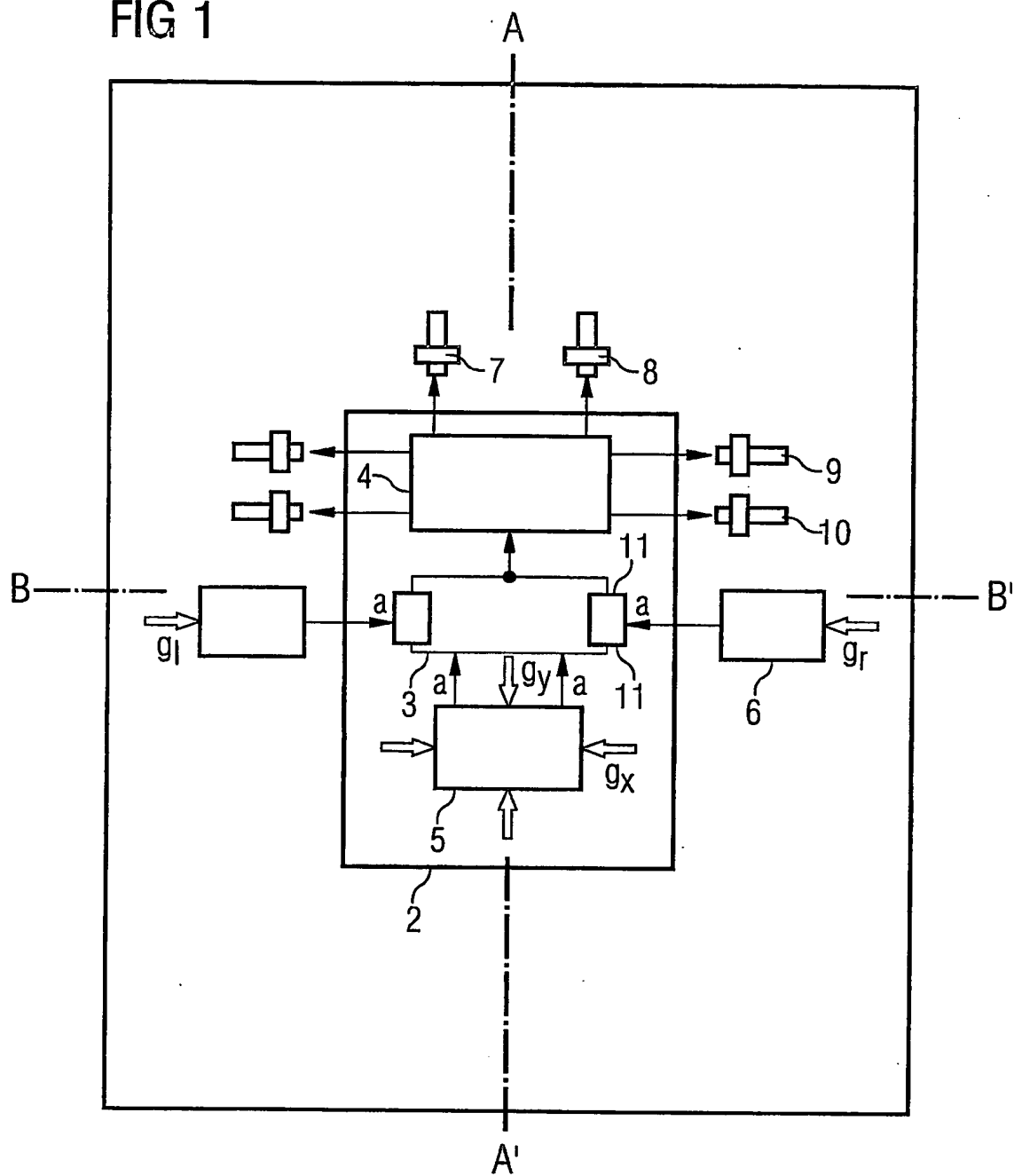
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Maßzahl, ggf. durch Subtraktion mit einem Faktor, positive wie negative Werte annehmen kann, beispielsweise von - 3 bis + 4.
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem die Maßzahl eine Wichtung erfährt, indem sie beispielsweise mit einem, vorzugsweise frei einstellbaren, Skalierungsfaktor multipliziert wird.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 4 bis 6, bei dem die Maßzahl in eine Auslöseschwelle einfließt, mit welcher ein Auslösekriterium für das Insassenschutzmittel verglichen wird, wobei erst beim Überschreiten der Auslöseschwelle eine Freigabe des Insassenschutzmittels erfolgt.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem bei hoher Maßzahl die Auslöseschwelle empfindlicher beziehungsweise bei niedriger Maßzahl die Auslöseschwelle unempfindlicher wird.
- 20 9. Vorrichtung zur Erkennung eines Aufpralls, insb. eines Seitenaufpralls, für Insassenschutzmittel (7,8,9,10) in einem Kraftfahrzeug (1), gekennzeichnet durch ein Mittel zum kontinuierlichen Analysieren des Ausgangssignals (a) eines Beschleunigungs- oder Drucksensors (6) im Hinblick auf die darin enthaltenen Frequenzen nach einem der vorherigen Verfahrensansprüche.
- 25 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch einen Puffer (11) fester Länge, in welchem das zu analysierende Ausgangssignal (a) so zwischengespeichert wird, dass die Analyse zum aktuellen Zeitpunkt immer einen Signalabschnitt des Ausgangssignals (a) vom aktuellsten oder einen anderen geeigneten Wert bis zu einem definierten Zeitraum in der Vergangenheit bearbeitet.
- 30 11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, gekennzeichnet durch einen Puffer (11) fester Länge, welcher den je-
- 35

weils ältesten Wert des Ausgangssignals (a) durch den aktuellsten ersetzt.

- 5 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Beschleunigungs- bzw. Drucksensor (6) im oder benachbart eines potentiellen Deformationsbereiches im Kraftfahrzeug (1) angeordnet ist, vorzugsweise paarweise auf Höhe einer jeden Sitzreihe.

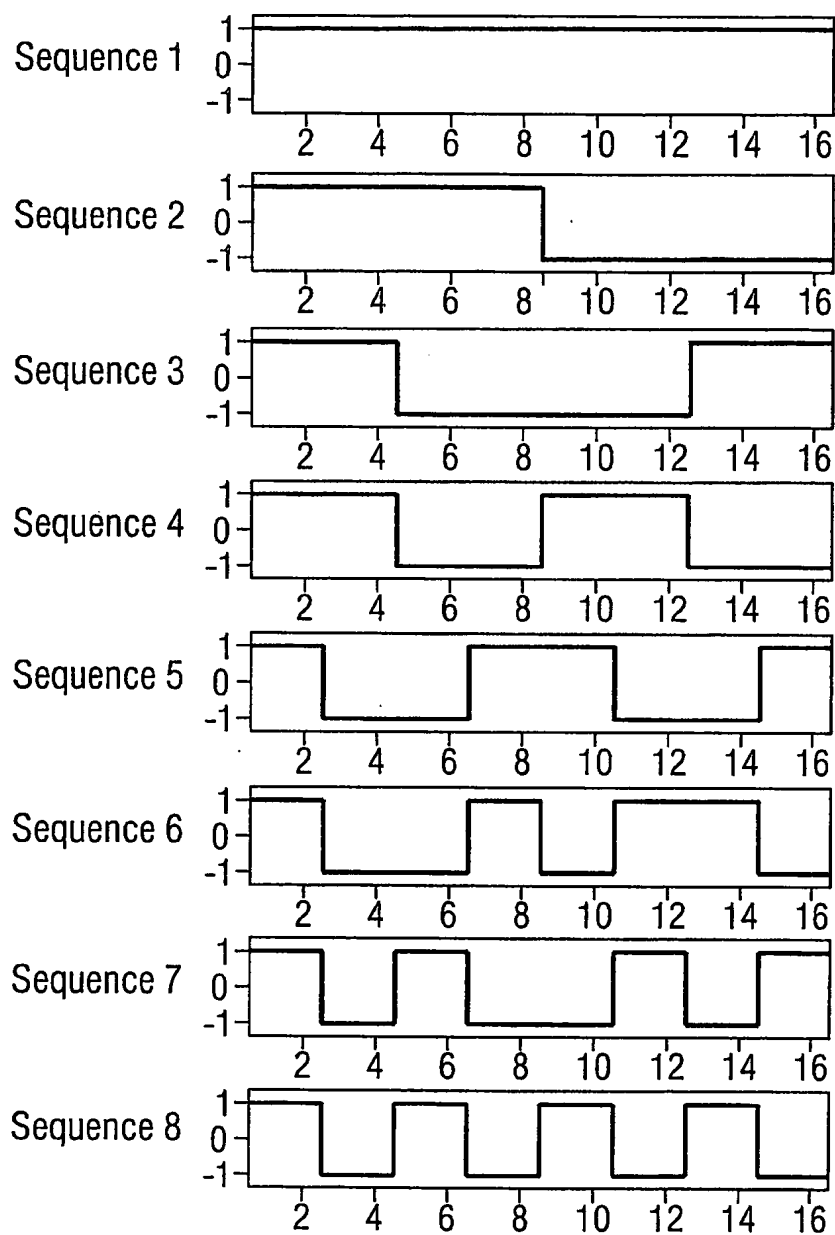
1/7

FIG 1



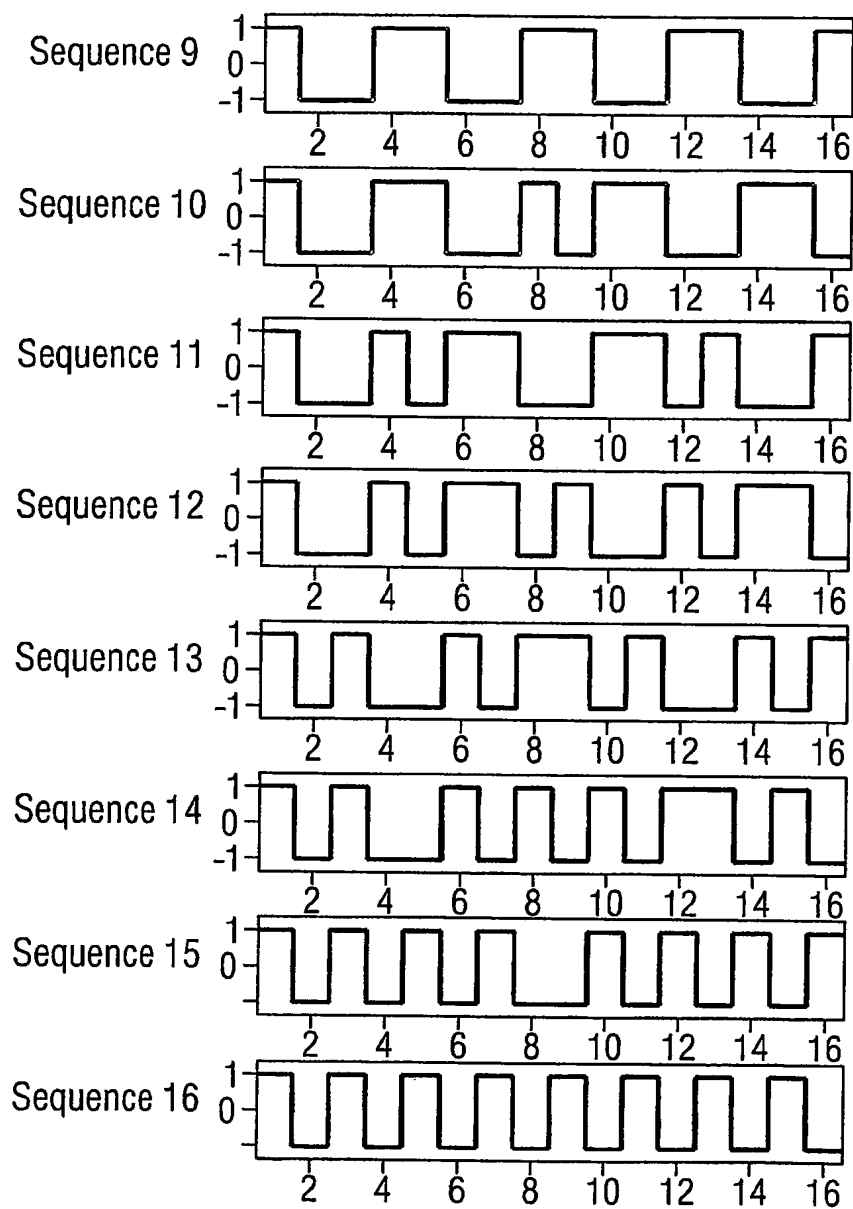
2/7

FIG 2A



3/7

FIG 2B



4/7

FIG 3A

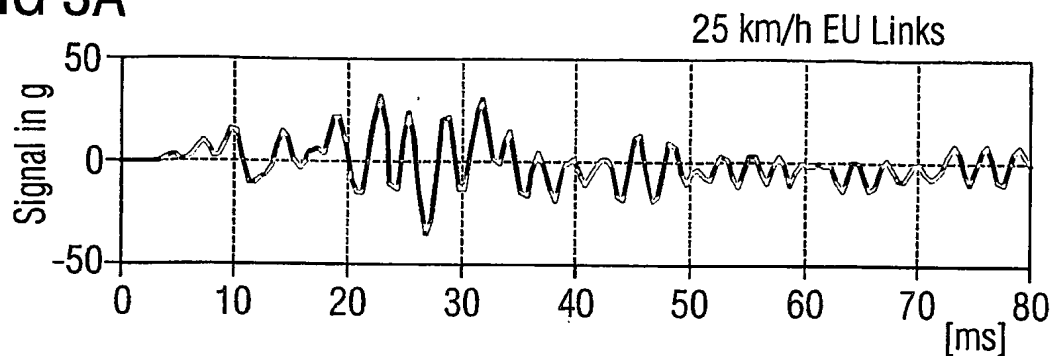


FIG 3B

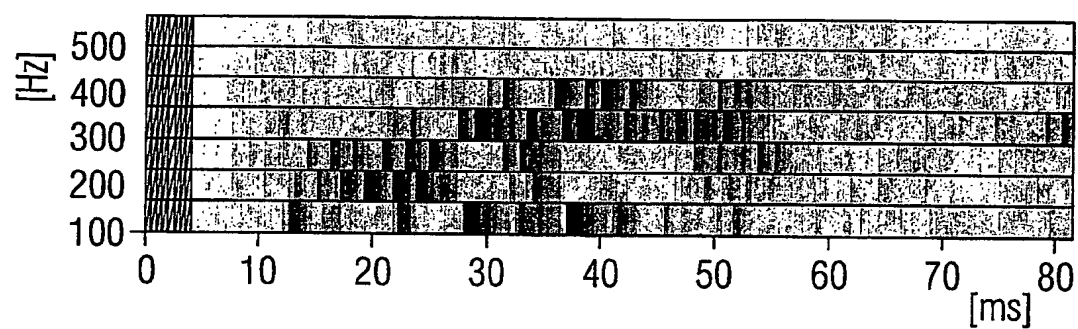


FIG 3C

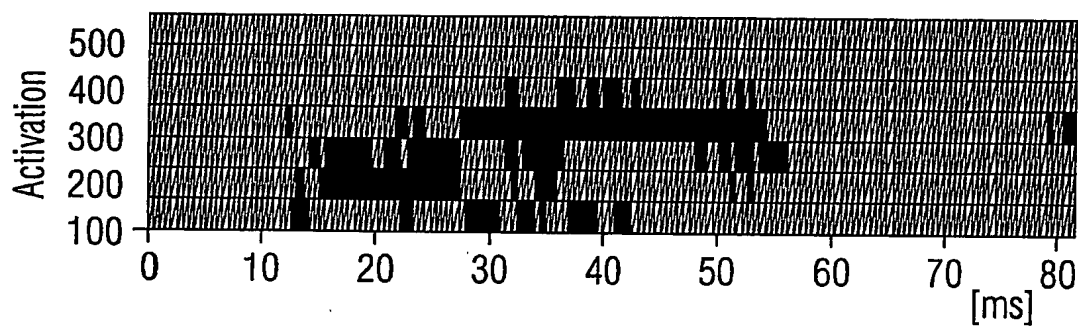
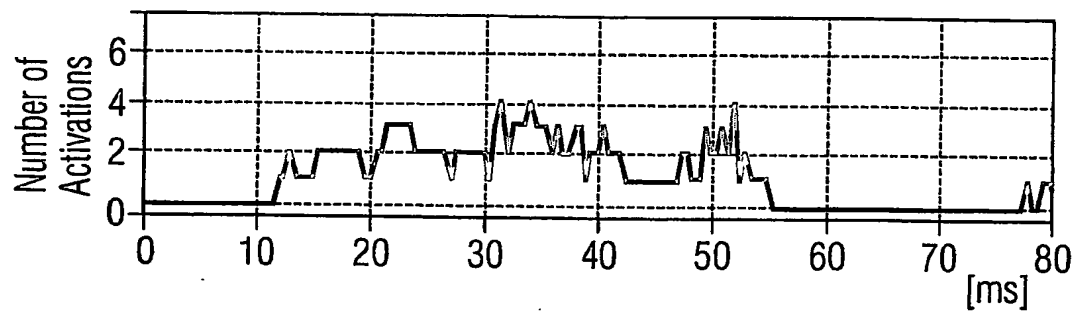


FIG 3D



5/7

FIG 4A

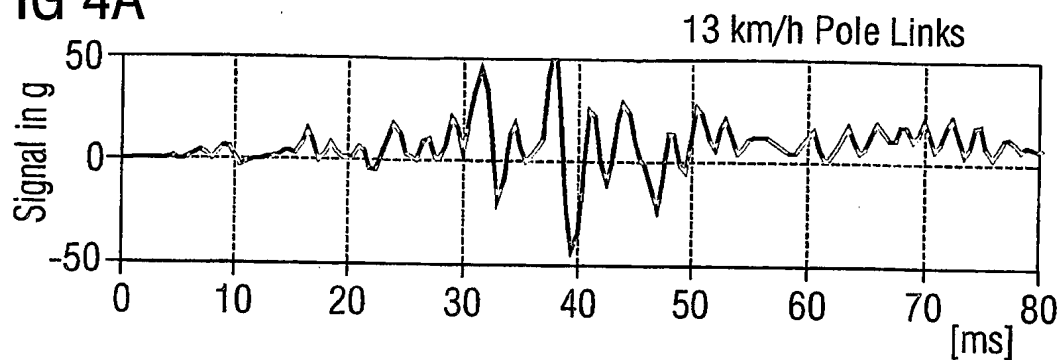


FIG 4B

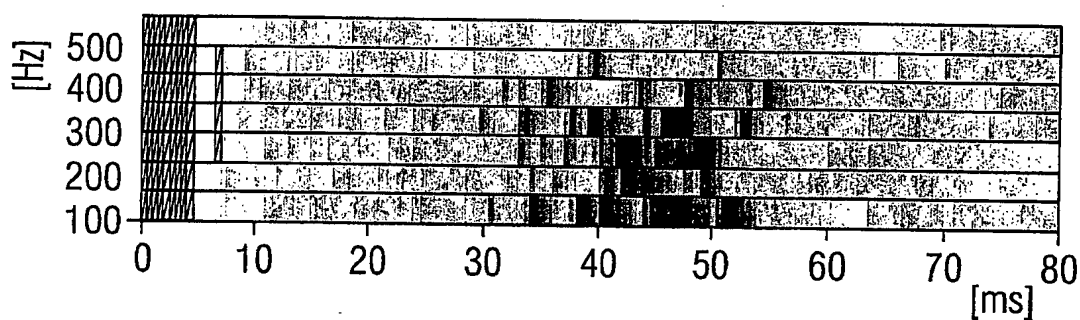


FIG 4C

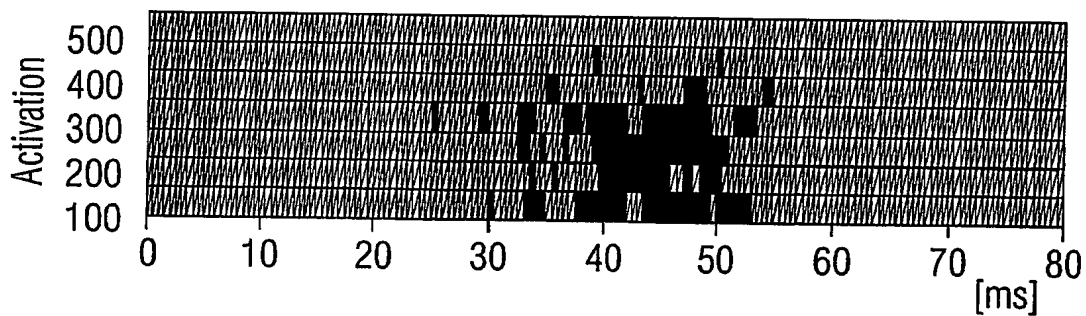
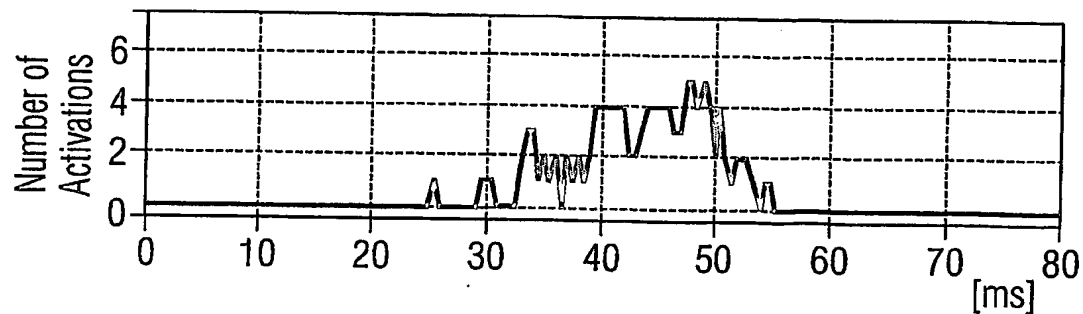


FIG 4D



6/7

FIG 5A

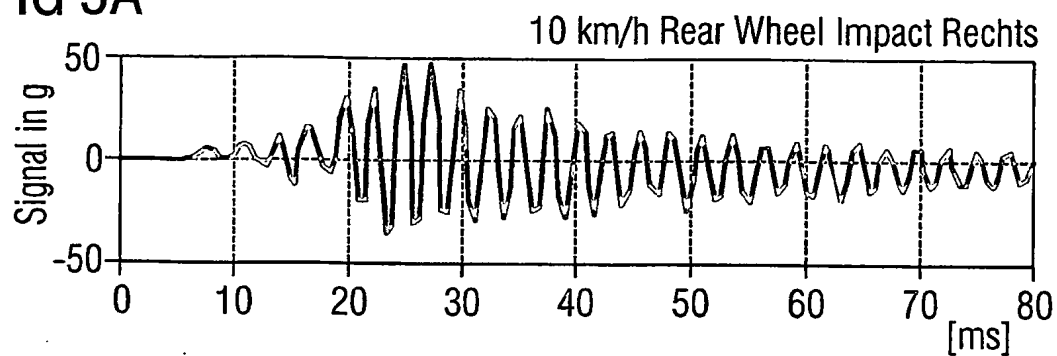


FIG 5B

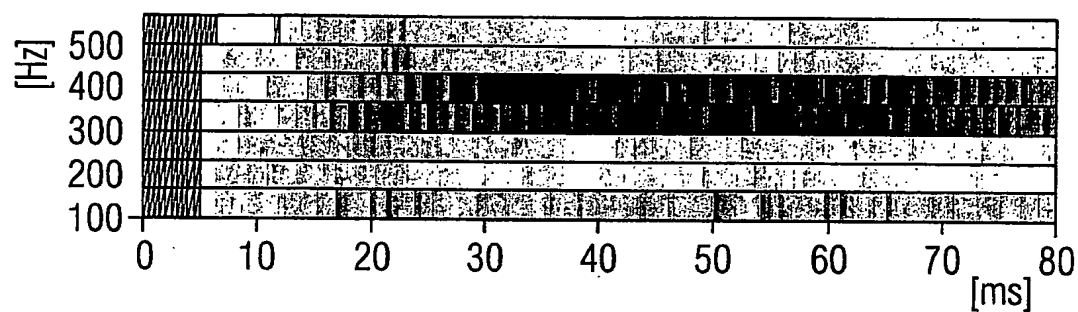


FIG 5C

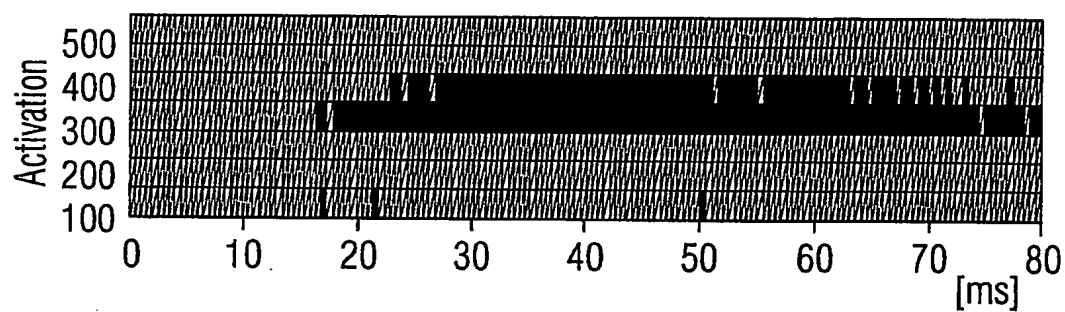
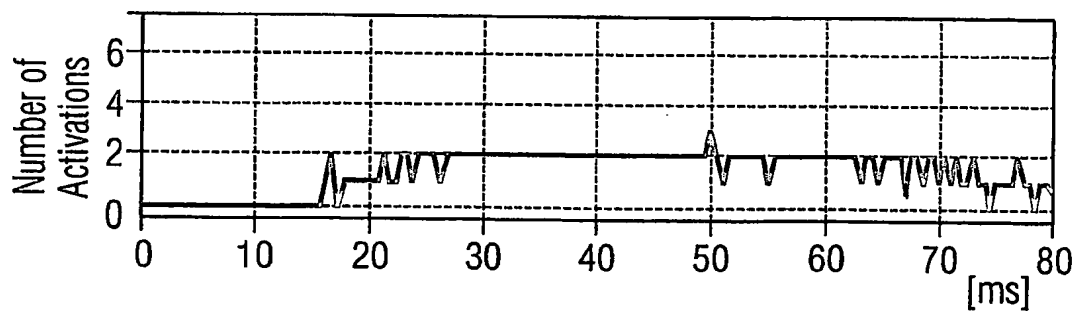


FIG 5D



7/7

FIG 6A

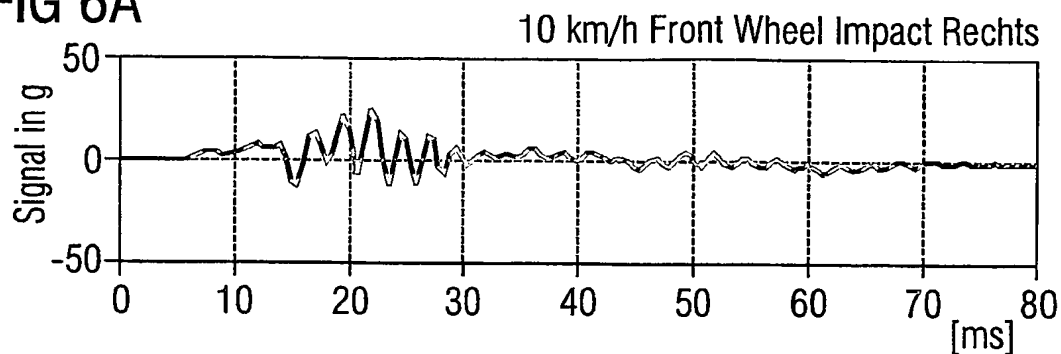


FIG 6B

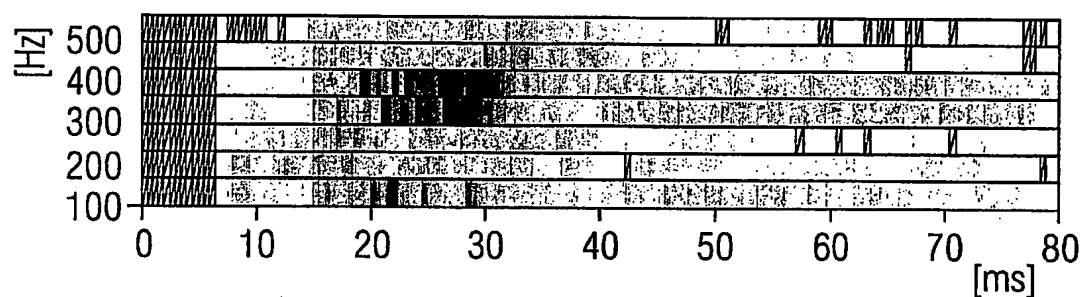


FIG 6C

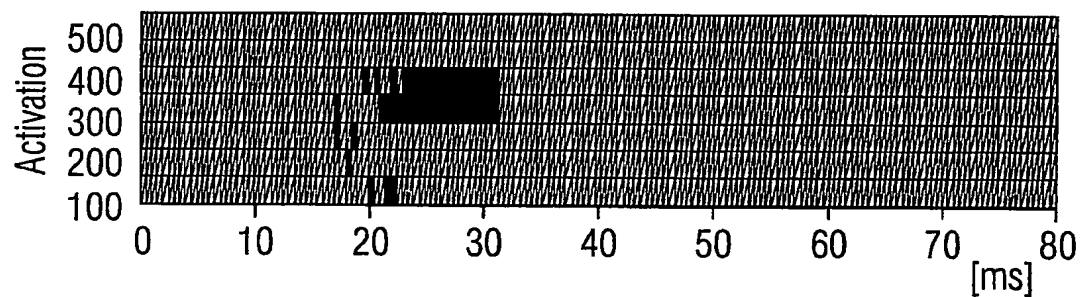
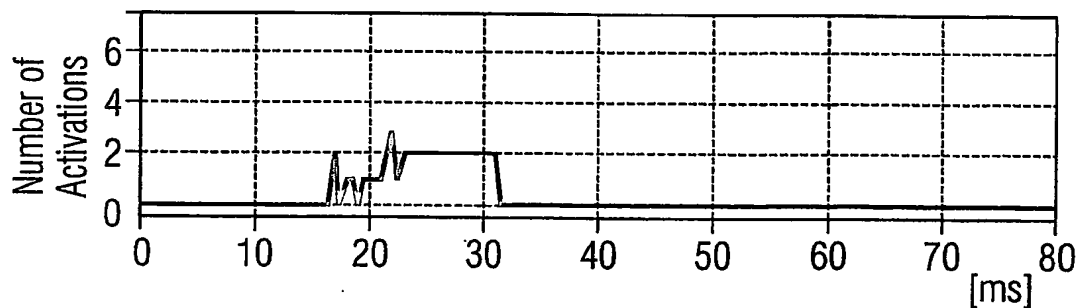


FIG 6D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/001492

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60R21/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 42 376 C (BOSCH GMBH ROBERT) 18 October 2001 (2001-10-18) paragraph '0013! - paragraph '0021!; figures	1,9
A	DE 196 44 975 A (HONDA MOTOR CO LTD) 7 May 1997 (1997-05-07) page 2, line 3 - page 3, line 4; figures	1,9
P,A	EP 1 323 592 A (KEIHIN CORP ; HONDA MOTOR CO LTD (JP)) 2 July 2003 (2003-07-02) paragraph '0005! - paragraph '0035! paragraph '0040! - paragraph '0049!; claims; figures	1,9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June 2004

Date of mailing of the international search report

01/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Daehnhardt, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/001492

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10042376	C	18-10-2001	DE 10042376 C1	18-10-2001
			WO 0218179 A1	07-03-2002
			EP 1334010 A1	13-08-2003
			JP 2004507401 T	11-03-2004
			US 2003034194 A1	20-02-2003
DE 19644975	A	07-05-1997	JP 9123868 A	13-05-1997
			JP 3328123 B2	24-09-2002
			JP 9123870 A	13-05-1997
			DE 19644975 A1	07-05-1997
			US 5936518 A	10-08-1999
EP 1323592	A	02-07-2003	JP 2003191817 A	09-07-2003
			EP 1323592 A1	02-07-2003
			US 2003127271 A1	10-07-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/001492

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60R21/01

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 42 376 C (BOSCH GMBH ROBERT) 18. Oktober 2001 (2001-10-18) Absatz '0013! - Absatz '0021!; Abbildungen	1,9
A	DE 196 44 975 A (HONDA MOTOR CO LTD) 7. Mai 1997 (1997-05-07) Seite 2, Zeile 3 - Seite 3, Zeile 4; Abbildungen	1,9
P,A	EP 1 323 592 A (KEIHIN CORP ; HONDA MOTOR CO LTD (JP)) 2. Juli 2003 (2003-07-02) Absatz '0005! - Absatz '0035! Absatz '0040! - Absatz '0049!; Ansprüche; Abbildungen	1,9

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Juni 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Daehnhardt, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/001492

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10042376 C	18-10-2001	DE 10042376 C1	18-10-2001
		WO 0218179 A1	07-03-2002
		EP 1334010 A1	13-08-2003
		JP 2004507401 T	11-03-2004
		US 2003034194 A1	20-02-2003
DE 19644975 A	07-05-1997	JP 9123868 A	13-05-1997
		JP 3328123 B2	24-09-2002
		JP 9123870 A	13-05-1997
		DE 19644975 A1	07-05-1997
		US 5936518 A	10-08-1999
EP 1323592 A	02-07-2003	JP 2003191817 A	09-07-2003
		EP 1323592 A1	02-07-2003
		US 2003127271 A1	10-07-2003

Docket # 200401388

Applic. # 101591,487

Applicant: Büchel et al.

Lerner Greenberg Sterner LLP

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101